

Schmitt, Andreas; Fellensiek, Tanja

"Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!?". Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema **Windenergie im Sachunterricht**

Landwehr, Brunhild [Hrsg.]; Mammes, Ingelore [Hrsg.]; Murmann, Lydia [Hrsg.]: Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2021, S. 11-27. - (Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts; 12)



Quellenangabe/ Reference:

Schmitt, Andreas; Fellensiek, Tanja: "Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!?" Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht - In: Landwehr, Brunhild [Hrsg.]; Mammes, Ingelore [Hrsg.]; Murmann, Lydia [Hrsg.]: Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2021, S. 11-27 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-215304 - DOI: 10.25656/01:21530

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-215304>

<https://doi.org/10.25656/01:21530>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts

**Brunhild Landwehr
Ingelore Mammes
Lydia Murmann
(Hrsg.)**

Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule

**Elementar bildungsbedeutsam und
dennoch vernachlässigt?**



GDSU e.V.

k linkhardt

**Forschungen zur Didaktik
des Sachunterrichts
Band 12**

Brunhild Landwehr
Ingelore Mammes
Lydia Murmann
(Hrsg.)

Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule

Elementar bildungsbedeutsam und
dennoch vernachlässigt?

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2021

k

Schriftenreihe der
Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e.V.

Die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) e.V. ist ein Zusammenschluss von Lehrenden aus Hochschule, Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Schule. Ihre Aufgabe ist die Förderung der Didaktik des Sachunterrichts als wissenschaftliche Disziplin in Forschung und Lehre sowie die Vertretung der Belange des Schulfaches Sachunterricht.
www.gdsu.de

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

2021.n. © by Julius Klinkhardt.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.
Printed in Germany 2021.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.



Die Publikation (mit Ausnahme aller Fotos, Grafiken und Abbildungen) ist veröffentlicht unter der Creative Commons-Lizenz: CC BY-NC-SA 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

ISBN 978-3-7815-5869-4 digital doi.org/10.35468/5869
ISBN 978-3-7815-2430-9 print

Inhaltsverzeichnis

<i>Brunhild Landwehr, Ingelore Mammes und Lydia Murmann</i> Editorial	7
<i>Andreas Schmitt und Tanja Fellensiek</i> „Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!?“ – Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht	11
<i>Stefan Fletcher und Anja Kleinteich</i> Vorstellungen von Grundschüler*innen zum Ende der Primarstufe über den grundsätzlichen Aufbau eines komplexen technischen Systems zur Energieerzeugung untersucht am Beispiel der Konstruktion eines Wasserkraftwerks aus vorgegebenen Teilsystemen	29
<i>Swantje Dölle</i> LERNnetze – Lernunterstützung im technischen Sachunterricht Erprobung kognitiv aktivierender und inhaltlich strukturierender Maßnahmen der Lernunterstützung und Überprüfung der Angebotsnutzung	51
<i>Victoria Adenstedt</i> Attributionen von Grundschulkindern zur Erklärung von Leistungsergebnissen bei technischen Alltagsaufgaben	73
<i>Svantje Schumann</i> Technische Ereignisse in Stummfilmen erschließen – eine Untersuchung der Bildungsprozesse von Kindern	95
<i>Lennart Goecke, Jurik Stiller und Julia Schwanewedel</i> Algorithmusverständnis in der Primarstufe – Eine Studie im Kontext des Einsatzes von programmierbarem Material	117
<i>Sabine Martschinke, Susanne Palmer Parreira und Ralf Romeike</i> Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie	133

6 | Inhaltsverzeichnis

Eva Gläser und Christina Krumbacher

Ausstattung zur technischen Bildung mangelhaft?

Eine quantitative Studie zur Situation an Grundschulen 151

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 167

Andreas Schmitt und Tanja Fellensiek

„Windräder werden mit Strom betrieben, um Wind zu erzeugen ... oder umgekehrt!?“ – Schülervorstellungen und Konzeptwechsel zum Thema Windenergie im Sachunterricht

Abstract

Das Thema Energiewende im Kontext des Klimawandels durchdringt mittlerweile alle Gesellschaftsschichten und auch Schülerinnen und Schüler bringen sich in die Diskussion ein, wie die aktuellen „Fridays-for-Future“ Demonstrationen zeigen. Um den Lernenden eine aktive Teilnahme an diesem Diskurs zu ermöglichen, sollte das Interesse und Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aufgegriffen und die fachlichen Grundlagen durch eine Auseinandersetzung im Unterricht vertieft werden. Forschungen aus dem Bereich der Energiebildung haben gezeigt, dass Kinder zwar durchaus über rudimentäre Vorstellungen zum Energiebegriff verfügen, es ihnen jedoch schwerfällt, wissenschaftlich anschlussfähige Konzepte zu entwickeln (Crossley & Starauschek 2010; Reimer & Pahl 2016). Es stellt sich die Frage, inwiefern der Themenbereich der erneuerbaren Energien ähnliche Probleme aufwirft. Obwohl der Perspektivrahmen Sachunterricht unter der technischen Perspektive das Thema explizit vorsieht, fehlt es bisher an Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen und möglichen Unterrichtskonzepten.

Die vorliegende Studie geht daher zum einen der Frage nach, welches Vorwissen die Schüler zu erneuerbaren Energien (mit dem Schwerpunkt Windenergie) besitzen und zum anderen, ob und inwiefern bestehende Konzepte verändert werden können.

In einer Prä-Post-Design-Studie wurden mittels offenen und geschlossenen Fragen sowohl die Präkonzepte der Kinder einer vierten Klasse erhoben, als auch der durch einen anschließenden Unterricht zum Thema Windenergie initiierte Konzeptwechsel untersucht. Die Ergebnisse geben erste Hinweise zu den Vorstellungen der Kinder, zur Zugänglichkeit des Themenfeldes, und zur methodischen Vorgehensweise für weiterführende Studien.

1 Erneuerbare Energien im Kontext der technischen Bildung

Das Thema erneuerbare Energien eignet sich nicht nur aufgrund seiner hohen Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung, sondern insbesondere durch die Verflechtung der Bereiche Umwelt, Wissenschaft, Technik und Gesellschaft für die vielperspektivische Konzeption des Sachunterrichts. Daher ist es nur folgerichtig, dass der Perspektivrahmen Sachunterricht eine Auseinandersetzung mit regenerativen und nicht-regenerativen Energiequellen und deren Vor- und Nachteilen explizit vorsieht (GDSU 2013, 71). Genauer heißt es dort:

„Die Schülerinnen und Schüler können: nicht regenerative (z. B. Kohle, Erdöl, Erdgas) und regenerative (z. B. Wasser, Wind, Sonne, Geothermie, Biomasse) Primärenergien unterscheiden sowie unterschiedliche Antriebe kennenlernen und realisieren (z. B. beim Bau von Wind- und Wasserrädern oder eines Solarofens)“ (ebd.)

Es steht also nicht nur die bloße Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Ressourcen im Vordergrund, sondern insbesondere die technische Realisierung mit einem Fokus auf den beteiligten Energieumwandlungsprozessen. Die Kinder sollen dadurch in die Lage versetzt werden, Argumente der aktuellen Diskussion zur Energiewende einzuordnen und in einem ganzheitlichen Kontext zu betrachten. Während die Energienutzung vor allem in den Industrienationen stetig zunimmt, gewinnen Fragen des nachhaltigen Umgangs und einer effizienteren Energienutzung und -speicherung zunehmend an Bedeutung. Eine Auseinandersetzung mit technischen Fragestellungen ist daher unbedingt erforderlich. Diese Auseinandersetzung beschränkt sich nicht nur auf die aktuelle Lebenswelt, sondern lässt insbesondere den Blick auf die technikhistorische Entwicklung der Nutzung von Wind-, Wasser- und Sonnenenergie zu.

Die Komplexität des Themas stellt dabei nicht nur die Kinder vor eine große Herausforderung. So ist der Ausdruck „erneuerbare Energie“ für sich genommen schon eine unklare Bezeichnung (vgl. Watter 2015). Die Alltagssprachliche Vermengung unterschiedlicher physikalischer und technischer Termini trägt ebenfalls zu einer unklaren Bedeutung bei. Je nach Kontext sind mit erneuerbaren Energien die eigentlichen Energieträger (Energiespeicher, z. B. Biomasse oder Wind), die technischen Anlagen zur Energiegewinnung (Energiewandler, z. B. Windkraftwerke, Photovoltaikanlagen) oder aber die daraus gewonnene Energie (Energieformen, z. B. elektrische Energie aus Windkraftanlagen) gemeint. In Abgrenzung zu den erneuerbaren Energieträgern wird dagegen oft der Begriff „fossile Energieträger“ gebraucht, wodurch jedoch die nuklearen Energieträger außer Acht gelassen werden, obwohl auch diese im Kontext der Energiewende eine entscheidende Rolle spielen. Die fossilen Energieträger beruhen wiederum selbst auf Biomasse und können daher strenggenommen als erneuerbar betrachtet werden – wenn auch in sehr großen Zeiträumen. Umgekehrt impliziert der Be-

griff „erneuerbar“ eine prinzipielle Erzeugbarkeit oder Wiederverwertung der Ressourcen. Dies trifft zwar auf Biogasanlagen teilweise zu, lässt sich aber kaum mit der Nutzung von Wind-, Wasser- und Sonnenenergie verbinden. Als Kompromiss könnte man die regenerativen Energien dadurch abgrenzen, dass sie sich „von selbst und innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe erneuern“ (Wesselak u. a. 2013, 109). Jedoch bleibt auch hierbei offen, was unter menschlichen Zeitmaßstäben zu verstehen ist und ob der kultivierte Anbau von Energiepflanzen ebenso unter diese Auffassung fällt (vgl. Hüfner u. a. 2016).

Als Hauptgründe für die Energiewende in Deutschland werden vor allem die Reduktion von Kohlenstoffdioxidemissionen und die Vermeidung von radioaktivem Abfall genannt (vgl. WBGU 2011). Erneuerbare Energieträger und Anlagen zur Umsetzung dieser gespeicherten Energie in andere „nutzbare“ Energieformen kennzeichnen sich also dadurch, dass sie eben diesen Zielen gerecht werden. Durch diesen Fokus lassen sich im unterrichtlichen Kontext die Probleme der ungenauen Bezeichnung umgehen. Um klarzustellen, dass der Begriff „erneuerbar“ nicht wörtlich aufgefasst werden soll, bieten sich als exemplarische Themen insbesondere die Wind-, Wasser- und Sonnenenergie an, da diese eher im Sinne als „immer vorhanden“ oder „immer wiederkehrend“ zu verstehen sind, anstatt einem aktiven Erneuerungsprozess zu unterliegen.

2 Schülervorstellungen zur erneuerbaren Energie

Aufgrund der großen Präsenz des Themas in den Medien und der Allgegenwärtigkeit von Windkraft- und Photovoltaikanlagen ist anzunehmen, dass die Schülerinnen und Schüler bereits vor dem Unterricht Kontakt mit dem Begriff der erneuerbaren Energien und den entsprechenden technischen Anlagen haben. Die unscharfe Bezeichnung ist dabei nur eine Quelle für ein sehr heterogenes Bild an Vorwissen und Schülervorstellungen. Dabei ist das Wissen um und das Aufgreifen von Schülervorstellungen im Unterricht ein entscheidender Faktor für gelingende Lernprozesse, wie insbesondere Forschungen im Bereich des *Conceptual Change* und *Conceptual Growth* aufgezeigt haben (vgl. Carey 1985; Möller 2015). Versteht man „Wissenserwerb als *aktive* Konstruktion auf der Basis vorhandener Vorerfahrungen“ (Möller 2001, 20), so reicht es nicht aus, die Schülerinnen und Schüler nur mit neuen Wissensbeständen zu konfrontieren. Stattdessen müssen Lernanlässe geboten werden, die den Lernenden zunächst ihre bisherigen Vorstellungen selbst aufzeigen, um dann in der bewussten Auseinandersetzung, Gelegenheit zu bieten, die eigenen Konzepte stückweise zu erweitern, anzupassen oder zu verwerfen, um sie durch anschlussfähigere Konzepte zu ersetzen. Dies gilt insbesondere, da die bisherigen Vorstellungen der Lernenden weitestgehend auf eigenen Erfahrungen beruhen und nur selten mit den wissenschaftlichen Vorstellungen

übereinstimmen (vgl. Kaiser 2004, 126). Um einen Konzeptwechsel anzuregen und zu unterstützen, ist es für die Lehrkraft folglich von großer Bedeutung zu wissen, welches Vorwissen die Schülerinnen und Schüler zu einem Themenbereich bereits in den Unterricht mitbringen (vgl. Hempel, 2004, 42). Daraus lassen sich dann erst konkrete Handlungsorientierungen gewinnen, wie ein entsprechender Unterricht aussehen könnte.

Für den Themenbereich der erneuerbaren Energien liegt noch keine Erhebung des Vorwissens von Schülerinnen und Schülern im Grundschulalter vor. Für die weiterführenden Schulen gibt es allerdings entsprechende Studien, die erste Ansätze liefern könnten. So zeigt sich, dass es Schülerinnen und Schülern bereits schwerfällt, verschiedene Energieträger fachlich angemessen, als einen Stoff oder ein System in dem Energie gespeichert ist, zu definieren und den erneuerbaren oder nicht-erneuerbaren Energieformen zuzuordnen (vgl. DeWaters & Powers 2011; Bodzin 2012; Lay u. a. 2013). Hüfner u. a. (2016) haben die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der 8. Klasse zu verschiedenen Aspekten der erneuerbaren Energien, erhoben. Dabei zeigt sich eine eher naive Sicht der Befragten auf den Themenkomplex. So sind diese der Meinung, dass erneuerbare Energien keinerlei negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit haben und vernachlässigen dabei, dass auch beim Bau und Betrieb von Kraftwerken entsprechende Umweltbelastungen anfallen. Die Schülerinnen und Schüler grenzen erneuerbare von nicht-erneuerbaren Energien dadurch ab, dass diese entweder nach der Nutzung erhalten bleiben oder dauerhaft verfügbar sind. Einige der Befragten beziehen sich bei der Unterscheidung jedoch auf eine „Erzeugbarkeit“ oder „Natürlichkeit“ der erneuerbaren Energieträger, wohingegen nicht-erneuerbare Energien „unnatürlich“ und nicht „erzeugbar“ sind. Vor allem die letztgenannten Vorstellungen stellen dabei „mögliche Lernhindernisse im [sic!] Bezug auf ein angemessenes fachliches Verständnis“ (vgl. Hüfner u. a. 2016, 37) dar. Mit Blick auf die Vorstellungen der Erhaltung, der dauerhaften Verfügbarkeit oder Erzeugbarkeit der Energieträger zeigen sich dabei durchaus Parallelen zum Verständnis des allgemeinen Energiebegriffs bei Grundschülerinnen und Grundschülern. Diese unterscheiden oft nicht zwischen Energieträger und der Energie oder Energieform (z. B. Strom) selbst (vgl. Duit 1986; Crossley & Starauschek 2010). Energie stellt dabei selbst eine Art Stoff dar, der bei einem Prozess freigesetzt und verbraucht wird (vgl. Demuth & Rieck 2005). Ein Prozessdenken in Form einer Energieumwandlung findet dabei kaum statt (vgl. Duit 1986; Reimer & Pahl 2016). Wie eine Befragung von Reimer und Pahl (2016) zeigte, nehmen Schülerinnen und Schüler zwar bei der Erklärung von Phänomenen implizit eine Energieübertragung und Energieumwandlung an, beim genaueren Nachfragen zeigte sich aber, dass dieses Verständnis nicht verinnerlicht ist. Generell bereiten den Schülerinnen und Schülern sowohl in der Grundschule, als auch in den weiterführenden Schulen die Konzepte der Energiespeicherung und -umwandlung

erhebliche Probleme (Opitz u. a. 2015). Die Chance der technischen Bildung besteht darin, dass sie diese grundlegenden naturwissenschaftlichen Konzepte von einer abstrakten Ebene in einen konkreten, anschaulichen Kontext bringt. So lässt sich beispielsweise die Umwandlung der im Wind gespeicherten Energie (Windenergie) in elektrische Energie anhand der einzelnen Komponenten einer Windkraftanlage anschaulich nachvollziehen und untersuchen.

Das Thema „Erneuerbare Energien“ eröffnet daher die Möglichkeit, grundlegende physikalische Konzepte anhand konkreter technischer Prozesse im Kontext des Energiewandels näher zu beleuchten, und eine Grundlage für das Verständnis der Möglichkeiten und Grenzen erneuerbarer Energien zu legen. Gleichzeitig erfüllt es ein Grundanliegen der technischen Bildung, indem es durch den Kontrast zwischen ökonomischen und technischen Fragestellungen auf der einen Seite und einer Verantwortung gegenüber der Umwelt und nachfolgenden Generationen auf der anderen Seite zur Identitätsbildung und Teilhabe an einer technisierten Lebenswelt beiträgt.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen, sollte in einer Pilotstudie untersucht werden, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler im Grundschulalter bereits zu den erneuerbaren Energien mitbringen und ob die Lernenden durch ein entsprechendes Lernangebot in der Lage sind, anschlussfähige Konzepte zum Themenbereich der erneuerbaren Energien zu entwickeln. Des Weiteren soll die Untersuchung Aufschlüsse über Wirkungen des entwickelten Unterrichtskonzepts geben, sowie eine Validierung des Erhebungsinstruments ermöglichen.

3 Methode

Zur Untersuchung der Veränderung der Schülervorstellungen wurde die Pilotstudie im Design einer Prä-Post-Interventionsstudie durchgeführt. Prä- und Posttest fanden mittels Fragebogen statt. Die Intervention bestand in einer 6-stündigen Unterrichtsreihe zum Thema erneuerbare Energien mit einem Schwerpunkt auf Windkraftanlagen.

Für die Pilotstudie wurde ein eigener Fragebogen entwickelt. Die Fragen wurden zunächst mit fünf Kindern getestet, um eventuelle Unklarheiten oder Verständnisprobleme auszuschließen. Um eine durch reine Testwiederholung bedingte Verbesserung der Ergebnisse im Posttest möglichst auszuschließen, wurden Prä- und Posttest zum gleichen Zeitpunkt an einer Kontrollgruppe (N=17) durchgeführt, die keine Intervention erhielt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass keine merkliche Veränderung der Ergebnisse bei der Wiederholung des Tests ohne Intervention eintritt. Aufgrund der geringen Stichprobe lässt sich jedoch weder eine exakte Angabe über die Retest-Reliabilität machen, noch ein aussagekräftiger Vergleich zur Testgruppe ziehen. Aus diesem Grund wird im Folgenden nicht

weiter auf die Kontrollgruppe eingegangen. Da das Studiendesign einen direkten Vergleich der Ergebnisse vor und nach dem Unterricht für jede einzelne Person zulässt, sind die Ergebnisse dennoch auch ohne Kontrollgruppe aussagekräftig.

3.1 Stichprobe

Die Untersuchungsgruppe bestand aus Schülerinnen und Schülern einer 4. Klasse einer niedersächsischen Grundschule (N = 21; 9 Mädchen, 12 Jungen). Es handelte sich dabei um eine inklusive Gruppe; bei vier Kindern wurde eine Lernschwäche (Förderschwerpunkt Lernen), bei einem Kind eine Lese-Rechtschreib-Schwäche diagnostiziert. Themen aus dem Kontext der konventionellen und erneuerbaren Energien wurden zuvor noch nicht im Unterricht behandelt.

3.2 Erhebung der Schülervorstellungen

Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Themengebiet der erneuerbaren Energien wurden schriftlich in Form offener und geschlossener Antwortformate erhoben. Dabei deckten die Fragen insbesondere drei im Folgenden näher beschriebenen Bereiche ab, die zum Verständnis erneuerbarer Energien entscheidend sind.

1. Der Begriff der erneuerbaren Energien (Frage 1 und 2)

Um das Begriffsverständnis der Kinder zu überprüfen, wurden sie zunächst gefragt, was sie unter dem Begriff der erneuerbaren Energien verstehen. Anschließend sollten sie aus einer Liste diejenigen Energieträger bzw. -quellen auswählen, die ihrer Meinung nach zu den erneuerbaren Energien gehören. Dabei wurde im Fragebogen bewusst auf eine begriffliche Differenzierung zwischen Energieträgern (Wind, Wasser, Erdöl, Kohle, Gas), Energiequellen („Sonne“ statt „elektromagnetische Strahlung“) und alltagssprachlichen Bezeichnungen („Atomkraft“ statt „Kernenergie“) verzichtet, um die Kinder nicht durch fachsprachliche Barrieren zu verunsichern. Stattdessen wurden Energieträger und Energiequellen unter dem Begriff „Energien“ zusammengefasst.

2. Funktionsweise erneuerbarer Energien (Energieumwandlung; Frage 3 und 4)

Hierbei wurde die Kinder zunächst gefragt, welche Aufgabe die Rotorblätter eines Windrades haben. Im Anschluss daran sollten sie in einer Landschaftsprofilzeichnung entscheiden, wo sie ein Windrad hinstellen würden und ihre Wahl begründen. Damit sollte untersucht werden, inwiefern den Schülerinnen und Schülern bewusst ist, dass die Funktionsweise eines Windrades darauf beruht, die natürliche Ressource Wind zu nutzen, um diese Energie in Form elektrischen Stroms nutzbar zu machen. Vor allem die letzte Frage erfordert dabei zumindest ein rudimentäres Verständnis von Energieumwandlungsprozessen.

3. Bewertung erneuerbarer Energien (Frage 5)

Die Kinder sollten die Frage beantworten, warum aktuell so viele Windräder gebaut werden. Ziel war es herauszufinden, ob die Schülerinnen und Schüler bereits einen bestimmten Nachhaltigkeitsgedanken, vor allem im Vergleich zu konventionellen Energien, mit den erneuerbaren Energien verbinden.

Der Fragebogen wurde sowohl vor, als auch nach der 6-stündigen Unterrichtsreihe von den Schülerinnen und Schülern ausgefüllt.

3.3 Unterricht

Die Unterrichtsreihe umfasste insgesamt sechs Stunden und gliederte sich in drei Einheiten, die jeweils in einer Doppelstunde stattfanden.

Die erste Einheit stellte eine Einführung in den Themenbereich der erneuerbaren Energie dar. Hierbei ging es vor allem um die Abgrenzung erneuerbarer gegenüber konventionellen Energieformen. Ein Schwerpunkt lag daher auf der Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Energieträgern und deren Eigenschaften insbesondere in Hinblick auf den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen bei fossilen Energieträgern und der Möglichkeit der unbegrenzten Nutzung erneuerbarer Energien. Die Auswirkungen auf die Umwelt wurden für beide Energieformen gleichermaßen kritisch betrachtet.

Die zweite und dritte Einheit beschäftigte sich speziell mit der Windkraft als einem Vertreter für die erneuerbaren Energien. In der zweiten Einheit wurde dabei sowohl die historische Entwicklung der Windkraft in den Blick genommen, als auch die technische Funktionsweise mit Fokus auf die Energieumwandlung von Windenergie in elektrische Energie. In der letzten Einheit wurde diese Energieumwandlung in Hinblick auf ihre Effizienz vertieft. Dazu gehörten sowohl Überlegungen zu passenden Standorten von Windkraftanlagen als auch deren Vor- und Nachteile gegenüber anderen Anlagen.

4 Darstellung der Ergebnisse

Die offenen Fragen wurden mittels strukturierender Inhaltsanalyse ausgewertet (vgl. Mayring 2010). Basierend auf den Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden induktiv Kategorien gebildet und mit Ankerbeispielen belegt. Die Antworten auf die geschlossenen Fragen wurden rein deskriptiv analysiert. Auf eine inferenzstatistische Analyse wurde aufgrund der geringen Stichprobengröße verzichtet. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

4.1 Vorwissen

Ergebnisse zu Frage 1: Was verstehst du unter erneuerbaren Energien?

Es zeigte sich, dass die Antworten der Kinder in fünf Kategorien (Begriff, Verbesserung, Energie-Recycling, Umweltschutz, Ressourcen) strukturiert werden konnten.

Viele Kinder leiteten ihre Antworten aus dem *Begriff* selbst ab. Darunter finden sich Schlagworte wie „neue Energie“ oder „neuer Strom“. Die Kinder verbinden also mit dem Begriff, dass es sich um etwas Neues handelt, statt erneuerbare Energien mit einer speziellen Eigenschaft zu verbinden. Ein Kind ist sogar der Meinung, dass nicht nur die Energieform etwas Neues ist, sondern dass man dabei aus einer konventionellen Energieform eine neue Art von Energie gewinnen kann („Das man aus anderen Sachen so wie Kohle erneuerbare Energie produziert“; Kind 3). Einige Kinder sind einer ähnlichen Auffassung und verbinden diese neue Energieform mit einer *Verbesserung* gegenüber herkömmlichen Energieträgern. So schreibt z. B. Kind 15: „Die Energie die erneuerbar ist wird erneuert. Also besser gemacht, dass es mehr Strom erzeugt“. Dem gegenüber steht die Ansicht, dass es sich bei erneuerbaren Energien nicht grundsätzlich um eine Verbesserung, sondern eher um eine Art *Energie-Recycling* handelt. Die Kinder sprechen davon, dass man die Energie „aufladen“ oder „immer wieder benutzen kann“. Die meisten Kinder verbinden erneuerbare Energien bereits unmittelbar mit den Begriffen Wind, Sonne und Wasser ohne dabei jedoch zwischen den *Ressourcen* und der eigentlichen Energiegewinnung zu unterscheiden. Dabei spielt jedoch der *umweltschonende* Aspekt bereits oft eine Rolle (z. B. „Alle teile die Strom herstellen. mit zumbeispiel Sonne also alles was für die Umwelt gut ist.“; Kind 14).

Ergebnisse zu Frage 2: Kreuze an, welche Energieformen zu den erneuerbaren Energien gehören.

Tab. 1: Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die einen bestimmten Energieträger zu den erneuerbaren Energieformen zugeordnet haben

Energieträger	Sonne	Wasser	Wind	Atomkraft	Erdöl	Gas	Kohle
Anzahl der Zuordnungen	22	18	20	5	5	2	4

In Tab. 1 ist zu erkennen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler die erneuerbaren Energiequellen bereits richtig als solche identifizieren. Dagegen zählen nur Wenige auch einige der fossilen bzw. nuklearen Ressourcen dazu.

Ergebnisse zu Frage 3: Welche Aufgabe haben die Rotoren eines Windrades?

Bei dieser Frage unterscheiden sich die Antworten der Befragten sehr stark, sowohl in ihrem Umfang, als auch in ihrem Potential anschlussfähiges Wissen zur technischen Umsetzung der Energieumwandlungsprozesse in Windrädern aufzubauen. Immerhin sechs der 21 Kinder zeigen bereits im Prätest ein gewisses *Verständnis der Energieumwandlung*. So sagt ein Kind: „Der Wind bläst dagegen, damit sie sich drehen. Die treiben dann die Gondel an“ (Kind 21). Auch wenn die Darstellung des entscheidenden technischen Nutzens (Antrieb des Generators) fehlt, wird doch festgestellt, dass der Wind zunächst für eine Drehbewegung des Rotors verantwortlich ist, die wiederum selbst für einen weiteren Zweck genutzt wird. Vier dieser Kinder verbinden sogar die Drehbewegung mit der *Stromerzeugung* ohne jedoch weiter auf die technische Umsetzung einzugehen.

Beim Großteil der Antworten finden sich jedoch keine Hinweise auf ein solches Verständnis. So sind sieben Kinder davon überzeugt der einzige Zweck der Rotoren besteht darin, dass sie *sich drehen*. Ein Kind vermutet den Zweck der Rotoren darin, dass sie für eine bessere *Sichtbarkeit* für Flugzeuge sorgen. Für einige Kinder nehmen die Rotoren sogar eine aktive Rolle ein. So sind drei Kinder der Meinung, die Rotoren dienen der Erzeugung von Wind. Vier weitere Kinder sind der Meinung, dass die Rotoren den Wind entweder *abbremsen* oder „den Wind in den Generator [ziehen]“ (Kind 4). Auch wenn ein solches Verständnis der eigentlichen Wirkung von Windkraftanlagen vollkommen entgegensteht, zeigen die Antworten jedoch, dass nahezu allen Kindern bestimmte (Fach-)Begriffe (u. a. Rotorblätter, Gondel, Generator) in dem Kontext Windkraft durchaus bekannt sind, sie deren Verwendung bzw. Zweck jedoch nicht einordnen können.

Ergebnisse zu Frage 4: a) An welche Orte würdest du ein Windrad stellen? b) Warum würdest du es dort hinstellen?

Tab. 2: Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die einen bestimmten Standort für ein Windrad gewählt haben.

<i>Standort</i>	Stadt	Tal	Berge	Meer
<i>Anzahl der Zuordnungen</i>	6	5	14	17

Interessanter als die Tatsache, dass die meisten Kinder bereits im Vorfeld auch die in der Realität präferierten Standorte gewählt haben (vgl. Tab. 2), ist die Frage wie die Kinder ihre Entscheidungen begründen. Über die Hälfte der Kinder (N=17) nennt dabei die Tatsache „weil da besonders *viel Wind* weht“ (Kind 7) als entscheidendes Kriterium für die Standortwahl von Windrädern. Zusätzlich dazu finden sich Argumente, dass vor allem auf Bergen und an der Küste viel Platz ist und es

dort „niemanden stört“. Nur zwei Kinder begründen ihre Entscheidung mit ihrer *persönlichen Erfahrung* („weil sie da stehen“; Kind 11). Ein Kind ist der Meinung, dass man Windräder besser an einem windgeschützten Ort aufstellen sollte. Die Kinder, die der Meinung waren, man sollte Windräder in der Stadt aufstellen, zeigen ganz unterschiedliche Denkansätze. So sind nur zwei Kinder der Meinung, dass Windräder in der Stadt für „frische Luft“ sorgen könnten. Drei Kinder äußern dagegen einen gewissen Effizienzgedanken, indem sie ihre Entscheidung mit der *Nähe zum Menschen* begründen („Weil wo viele Menschen sind braucht mann auch Strom“; Kind 14).

Ergebnisse zu Frage 5: Warum werden aktuell so viele Windräder gebaut?

Nur zwei der Kinder begründen auch diese Frage damit, dass mehr Windräder auch für mehr frische Luft sorgen. Ein Großteil der Kinder (N=14) begründet die Anzahl der Windräder mit dem *hohen Strombedarf*. So finden sich viele Antworten in der Form: „Damit mehr Strom produziert wird“ (Kind 3). Sieben Kinder beziehen den Aspekt der *Umweltfreundlichkeit* in ihrer Begründung mit ein. So finden sich Begriffe wie „umweltfreundlich“ oder „Klimawandel“ in den Antworten. Ein Kind bezieht sogar den Vergleich zu fossilen Energieträgern mit ein („Damit man nicht so viel Kohle verbraucht“; Kind 4).

4.2 Veränderung der kindlichen Vorstellungen durch den Unterricht

Die durch den Unterricht initiierte Veränderung der kindlichen Vorstellungen zum Thema erneuerbare Energien soll exemplarisch in folgender Tabelle aufgezeigt werden.

Wie in Tab. 3 zu erkennen ist, konnten die zu Beginn recht naiven Vorstellungen im Laufe des Unterrichts zu anschlussfähigeren, differenzierteren Vorstellungen weiterentwickelt werden. So zeigt ein Vergleich der Antworten zu Frage 1, dass die Kinder nach dem Unterricht ein wesentlich differenzierteres Verständnis von erneuerbaren Energien zeigen. Diese werden nicht nur auf ihre Ressourcen (Wind-, Sonnen-, Wasserenergie) oder Erscheinungsform (hier Strom) reduziert, sondern im Kontext ihrer stetigen Verfügbarkeit gesehen. Viele Kinder führten auch nach dem Unterricht zusätzlich die Aspekte der Umweltfreundlichkeit im Vergleich zu fossilen Energieträgern bei ihrer Erklärung an.

Auch bei Frage 3 die auf den Energieumwandlungsprozess abzielt, zeigen sich Fortschritte. Obwohl die meisten Antworten sich auch nach dem Unterricht auf die Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie beschränken und dabei die verschiedenen Zwischenschritte und die technische Umsetzung vernachlässigen, zeigen einige Kinder schon ein sehr differenziertes Verständnis der beteiligten Energieumwandlungsprozesse. Bei Frage 5 hatten bereits vor dem Unterricht

Tab. 3: Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler vor und nach dem Unterricht zu Aspekten der erneuerbaren Energie.

Frage 1: Was verstehst du unter erneuerbaren Energien?

<i>Vorher</i>	<i>Nachher</i>
„Ich verstehe unter erneuerbaren Energien die Windenergie, die Sonnenenergie und die Wasserenergie.“ (Kind 10)	„Ich verstehe unter erneuerbaren Energien, dass sie für immer da sind, weil sie keine Rohstoffe verbrauchen.“ (Kind 10)
„Energie ist Strom und damit kann man viel machen“ (Kind 5)	„Erneuerbare Energien sind Energien die für immer da sind wie zum Beispiel durch Wind, Sonne oder Wasser“ (Kind 5)

Frage 3: Welche Aufgabe haben die Rotoren eines Windrades?

<i>Vorher</i>	<i>Nachher</i>
„Rotorblätter erzeugen den Strom. Der Strom wird zum Generator weitergegeben der erzeugt dann Energie.“ (Kind 21)	„Der Wind pustet gegen die Rotorblätter. Die leiten dann die Energie zum Generator. Der erzeugt Strom.“ (Kind 21)
„Der Wind bläst dagegen damit sie sich drehen“ (Kind 7)	„Die fangen den Wind ab. Und treiben so den Generator an.“ (Kind 7)

Frage 4: Wo würdest du ein Windrad hinstellen? Und Warum?

<i>Vorher</i>	<i>Nachher</i>
„weil sie da stehn“ (Kind 11)	„Weil da mehr Wind weht“ (Kind 3)
„weil da Leute sind“ (Kind 3)	„Die fangen den Wind ab. Und treiben so den Generator an.“ (Kind 7)

Frage 5: Warum werden aktuell so viele Windräder gebaut?

<i>Vorher</i>	<i>Nachher</i>
„das immer strom flist.“ (Kind 22)	„wegen keine Kohle mer verbrand wird und dass es immer genug Schtrom gibt “ (Kind 22)
„Weil sie umweltfreundlich strom herstellen“ (Kind 7)	Weil sie mehr Storm erzeugen sollen als fossile Energien“ (Kind 7)

schon viele Kinder den steigenden Stromverbrauch und die umweltfreundlichere Stromgewinnung durch erneuerbare Energien als Begründung herangezogen. Die Beispiele (Tab. 3, Frage 5) demonstrieren jedoch, dass auch Kinder, die ein solches Vorwissen nicht zeigten, das im Unterricht angeeignete Wissen nutzen, um eine durch die Energiewende beobachtbare Veränderung ihrer Lebenswelt zu erklären.

5 Diskussion

In der vorliegenden Pilotstudie wurde das Vorwissen von Kindern in einer 4. Klasse zu verschiedenen Aspekten des Themenbereichs der erneuerbaren Energien erhoben. In einer 6-stündigen Unterrichtsreihe wurde dieses Vorwissen aufgegriffen und ein Konzeptwechsel im Sinne des Conceptual Change angeregt. Die Konzepte nach dem Unterricht sollten Aufschluss darüber geben, ob das Thema hinreichend zugänglich ist, damit auch Kinder in diesem Alter fachlich anschlussfähige Konzepte entwickeln können.

Wie zu erwarten war, bringen die Schülerinnen und Schüler bereits ein breites Spektrum an Vorwissen zu diesem alltagsnahen Thema mit. Den meisten Kindern gelingt eine Einteilung von Energieträgern in erneuerbare und nicht-erneuerbare Energien. Ebenso bringen viele Kinder den Begriff mit einer umweltschonenden Art der Energiegewinnung in Verbindung. Diese anschlussfähigen Konzepte lassen sich problemlos im Unterricht aufgreifen, um sie weiter auszudifferenzieren und weiterzuentwickeln. Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass sich die innerhalb der Wissenschaft verbreitete unklare Begriffsdefinition von erneuerbaren Energien (vgl. Watter 2015) auch bei den Kindern widerspiegelt. So gehen einige Kinder davon aus, dass es sich bei den erneuerbaren Energien um eine *neue Art von Energie* handelt, die eine *Verbesserung* gegenüber den „herkömmlichen“ Energieformen darstellt. Auch gehen sie von einer *Erzeugbarkeit* bzw. von der Möglichkeit einer *Wiederaufbereitung* (Recycling) von erneuerbarer Energie aus. Dieses Ergebnis deckt sich mit vorhergehenden Studien aus der weiterführenden Schule (vgl. Hüfner u. a. 2016). Da es sich bei diesem Vorwissen vermutlich um die Folge einer Bedeutungsableitung aus dem Begriff „erneuerbar“ handelt, sollten diese Vorstellungen bereits zu Beginn eines Unterrichts aufgegriffen werden, um eine gemeinsame Begriffsgrundlage zu schaffen. Gleichzeitig spiegelt sich in den Aussagen die bereits bekannte stoffähnliche Energievorstellung von Grundschülerinnen und Grundschulern wieder (vgl. Demuth & Rieck 2005; Reimer & Pahl 2016). Dazu bietet sich insbesondere die exemplarische Behandlung der Wind-, Wasser- und Sonnenenergie an, da diese einem natürlichen Zyklus unterliegen und daher weder ein Stoff verbraucht noch erzeugt wird. Im Gegensatz dazu könnte der Fokus auf Biogasanlagen diesen Eindruck verstärken, da für den Be-

trieb der Anlagen in der Tat der Energieträger aktiv hergestellt und beim Betrieb der Anlage verbraucht wird. Wie die Befragungen nach dem Unterricht mit dem Schwerpunkt auf Windenergie gezeigt haben, haben tatsächlich alle Kinder diese Vorstellungen zugunsten von anschlussfähigeren Konzepten zu erneuerbaren Energien fallen gelassen.

Auch was das technische Verständnis von Windkraftanlagen, insbesondere mit einem Bezug zur Energieumwandlung, angeht, zeigten sich nach dem Unterricht große Fortschritte. Während einigen Kindern im Vorfeld der Zweck von Windkraftanlagen gänzlich unbekannt war oder sie ihren Sinn sogar in der Winderzeugung vermuteten, konnten im Anschluss daran fast alle Kinder beschreiben, dass die Windräder aus der Windkraft Strom erzeugen. Bei einigen Kindern zeigten sich sogar sehr differenzierte Ansätze von ganzen Ketten der Energieumwandlung. Die Ergebnisse bestätigen zum Teil die Beobachtungen von Reimer und Pahl (2016), dass Kinder im Grundschulalter zwar über ein gewisses Erfahrungswissen zu Energieumwandlungsprozessen verfügen, dieses jedoch nicht ohne weiteres zur Erklärung von Phänomenen oder technischen Anwendungen heranziehen. Es zeigte sich allerdings auch, dass dies nach einem entsprechenden Unterricht durchaus möglich ist, wenn auch bei vielen Kindern sehr eingeschränkt. Das Thema der erneuerbaren Energie bietet sich dazu besonders an, da im Gegensatz zu konventionellen Kraftwerken entscheidende Teile direkt zugänglich und beobachtbar sind und die Anlage insgesamt weniger komplex ist. Die Energieübertragung vom Wind an das Windrad spiegelt sich auch in den Antworten auf die Frage nach dem passenden Ort für Windkraftanlagen wider. Hier zeigte sich, dass die meisten Kinder bereits im Vorfeld die richtige Begründung, dass die Windstärke entscheidend ist, anführten. Dieses Verständnis, das offenbar bereits auf ihrer Alltagserfahrung beruht, bietet ebenfalls einen guten Ansatzpunkt, um das Thema Energieumwandlung im Unterricht aufzugreifen und das Erfahrungswissen der Schülerinnen und Schüler mit einer wissenschaftlichen Sichtweise unter Verwendung von Bildungs- und Fachsprache auszudrücken.

Die „Fridays-for-Future“-Bewegung hat gezeigt, dass dieses Thema die Kinder und Jugendlichen aktuell auch emotional sehr bewegt. Kritiker werfen der Bewegung jedoch vor, dass deren Argumente vorwiegend ideologisch motiviert sind und die Beteiligten über ein zu geringes Verständnis der Zusammenhänge verfügen. Eine frühzeitige Beschäftigung mit Begriffen und Prozessen zur Energiewende ist daher nicht nur vorteilhaft, weil sie das Interesse der Schülerinnen und Schüler direkt aufgreift, sondern sie werden dazu befähigt, an der aktuellen Diskussion zur Energiewende teilzuhaben, Argumente und Gegenargumente entsprechend einzuordnen und ihre eigene Rolle im Kontext der Energiewende zu reflektieren.

Auch wenn sich bei der vorliegenden Studie um eine erste Pilotierung handelt, hat es sich bereits gezeigt, dass

- a. die Schülerinnen und Schüler sehr unterschiedliches Vorwissen zum Thema mitbringen.
- b. das Thema hinreichend zugänglich ist, um tragfähige und anschlussfähige Konzepte zu entwickeln.
- c. Unterricht zum Thema sowohl das Verständnis der erneuerbaren Energien als auch ganz konkreter technischer Prozesse, wie die Funktionsweise eines Windkraftwerkes und der damit verbundenen technischen Umsetzung von Energieumwandlungsketten, fördern kann.

Trotz dieser Erkenntnisse erhebt die vorliegende Studie keinen Anspruch auf allgemeingültige Aussagen. Sie bietet lediglich einen Einblick in die Thematik und mögliche Ansatzpunkte für weitere Forschungsprojekte.

So kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Spektrum an möglichem Vorwissen vollständig abgebildet wird. Dies liegt zum einen an der geringen Teilnehmerzahl, zum anderen jedoch auch an methodischen Limitationen. Das Spektrum möglicher Erhebungsmethoden reicht dabei von offenen Fragen, die auf die die möglichst vollumfängliche Erfassung kindlicher Sichtweise abzielen, bis hin zu standardisierten Testverfahren, die in einem langen Prozess stetig weiterentwickelt und immer wieder aufs neue validiert werden, bis sie sich als tragfähig erweisen. Die Wahl der Erhebungsmethode hat einen entscheidenden Einfluss auf die zu erwartenden Ergebnisse (vgl. Murmann 2013). Der für diese Studie entwickelte Fragebogen mit wenigen, größtenteils offenen Verständnisfragen kann weder einen Anspruch auf die vollumfängliche Erfassung der kindlichen Vorstellungen noch auf eine nachgewiesene Validität legen. Er bietet jedoch einen ersten Ansatzpunkt, um das weitere methodische Vorgehen auszuloten. So können die erhobenen Präkonzepte einen Ausgangspunkt für genauere, tiefergehende Fragen stellen, aber auch Hinweise auf Bereiche liefern, die bisher noch nicht erfasst wurden. Es zeigte sich beispielsweise bei der Frage nach dem Begriffsverständnis der erneuerbaren Energien bereits ein breites Spektrum, das sich auch teils mit den Ergebnissen früherer, ähnlicher Studien deckt (vgl. DeWaters & Powers 2011; Bodzin 2012; Lay u. a. 2013). Dagegen scheint die Frage nach der Aufgabe der Rotorblätter bereits zu speziell, um Einsicht in die Vorstellungen der Kinder zu Energieumwandlungsprozessen und deren technischen Umsetzungen zu geben. Insbesondere die recht positiven Ergebnisse im Nachtest müssen daher unter diesem Gesichtspunkt kritisch betrachtet werden, da die Frage nicht genügend differenziert, ob es sich bei den Antworten nur um die Wiedergabe von im Unterricht erworbenem, deklarativem Wissen handelt, oder ob ein wirkliches Verständnis der Energieumwandlung vorliegt. In Folgestudien müssen daher für diesen Be-

reich neue, stärker differenzierende Fragen entwickelt und getestet werden, um den Bereich genauer zu beleuchten.

Interessant ist, dass die Kinder bei dieser Befragung, im Gegensatz zu früheren Studien (vgl. DeWaters & Powers 2011; Bodzin 2012; Lay u. a. 2013), kaum Probleme hatten die Energieträger den erneuerbaren bzw. nicht-erneuerbaren Energieformen zuzuordnen, obwohl diese nicht Bestandteil des vorhergehenden Unterrichts waren. Hier wäre die Frage interessant, wie das mit dem allgemeinen Verständnis erneuerbarer Energien zusammenhängt. Ein zukünftiges Erhebungsinstrument sollte daher auch diesen Aspekt berücksichtigen.

In Bezug auf den Unterricht hat die Erhebung der Postkonzepte gezeigt, dass der gewählte, Ansatz einer vielperspektivischen Betrachtung des Themas erneuerbare Energien mit dem Fokus auf Windenergie, durchaus erfolgversprechend scheint. Hier wird die Herausforderung darin liegen, die Unterrichtsreihe dahingehend umzustrukturieren, dass das bekannte Vorwissen der Schülerinnen und Schüler noch besser aufgegriffen wird, um sie bei der Entwicklung anschlussfähiger Konzepte zu unterstützen. Insbesondere betrifft dies den Bereich der Energieumwandlungsketten am Beispiel des Windrades. Diese Studie hat gezeigt, dass die Kinder durchaus in der Lage sind, solche Energieumwandlungsketten nachzuvollziehen. Jedoch ist es nur wenigen gelungen, die Erkenntnisse daraus auch zur Beschreibung und Erklärung der praktischen Umsetzung von Energieumwandlungsprozessen – genau genommen dem „Nutzbarmachen“ der in der Natur gespeicherten Energie durch Technik – am Beispiel der Windkraftanlagen zu nutzen. Ein Fokus auf die technische Realisierung dieser Umwandlungskette bietet dabei nicht nur die Möglichkeit die zu Grunde liegenden physikalischen Konzepte besser zugänglich zu machen, sondern bietet auch die Möglichkeit die in der Alltagssprache oft synonym verwendeten Begriffe der Energieformen, -speicher bzw. -träger und Energiewandler stärker voneinander abzugrenzen.

6 Ausblick

Die vorgestellte Pilotstudie konnte erste Erkenntnisse zum bisher weitestgehend unerforschten Bereich des Themas erneuerbare Energien im Sachunterricht der Grundschule liefern. Dabei hat sich gezeigt, dass das Thema durchaus ein großes Potential für den Unterricht hat. Es beleuchtet dabei nicht nur einen aktuellen Teil der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler, sondern fördert gleichzeitig eine Bildung für nachhaltige Entwicklung aus einer technischen Perspektive. Die entwickelte Unterrichtsreihe kann dabei als Grundlage für die Praxis dienen, um einen entsprechenden eigenen Unterricht zu entwickeln. Damit dieser Unterricht möglichst gut an das Vorwissen der Schülerinnen und Schülern anknüpfen kann, sind weitere Erhebungen zu aktuellen Wissensbeständen und Vorstellungen von

Kindern im Grundschulalter erforderlich. Dazu bedarf es auch einer genauen Analyse möglicher Erhebungsmethoden.

Das Thema selbst zeichnet sich durch seine Aktualität und dem zu beobachtenden Interesse (z. B. Fridays-for-Future) von Schülerinnen und Schülern aus. Dies bietet nicht nur ein hohes Potential für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten im Unterricht der Grundschule, sondern es fördert sowohl die Teilhabe als auch die eigene Identitätsbildung in einer technisierten Lebenswelt.

Literatur

- Bodzin, A. (2012): Investigating Urban Eighth-Grade Students' Knowledge of Energy Resources. In: *International Journal of Science Education* 34 (February), 1255–1275.
- Carey, S. (1985): *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MIT Press.
- Crossley, A. & Starauschek, E. (2010): Schülerassoziationen zur Energie – Ergebnisse auf Kategorieebene. In: *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Hannover*. Online unter: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/204/170>. (Abrufdatum: 04.07.2020).
- Demuth, R. & Rieck, K. (2005): Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln. In: *Publikation des Programms SINUS-Transfer Grundschule*. Kiel: IPN. Online unter: http://sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/NaWi-Module/N3.pdf (Abrufdatum: 04.07.2020).
- DeWaters, J. E. & Powers, S. E. (2011): Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. In: *Energy Policy* 39 (3), 1699–1710.
- Duit, R. (1986): *Der Energiebegriff im Physikunterricht*. Habilitationsschrift. Universität Kiel.
- Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hempel, M. (2004): Zur Bedeutung des Vorwissens der Mädchen und Jungen im Anfangsunterricht des sozialwissenschaftlichen Sachunterrichts. In: A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.): *Basiswissen Sachunterricht*. Band 4. *Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht*. Baltersmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 38–44.
- Hüfner, S., Niebert, K. & Abels, S. (2016): Vorstellungen von Schüler_innen und Wissenschaftler_innen zu erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energien. Die Energiewende als Kontext für den Biologieunterricht. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* (2016), 25–39.
- Kaiser, A. (2004): Conceptual Change als Impuls für didaktisches Denken. In: A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.): *Basiswissen Sachunterricht*. Band 4. *Lernvoraussetzungen und Lernen im Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 126–133.
- Lay, Y.-F., Khoo, C.-H., Treagust, D. F. & Chandrasegaran, A. L. (2013): Assessing secondary school students' understanding of the relevance of energy in their daily lives. In: *International Journal of Environmental and Science Education* 8(1), 199–215.
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Basel: Beltz.
- Möller, K. (2001): Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule? In: H. G. Roßbach, K. Nölle & K. Czerwenka (Hrsg.): *Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule*. Jahrbuch Grundschulforschung, Band 4. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Möller, K. (2015): Genetisches Lernen und Conceptual Change. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller & S. Wittkowske (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 243–249.

- Murmann, L. (2013): Dreierlei Kategorienbildung zu Schülervorstellungen im Sachunterricht? Text, Theorie und Variation – Ein Versuch, methodische Parallelen und Herausforderungen bei der Erschließung von Schülervorstellungen aus Interviewdaten zu erfassen. In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Berlin. Online unter: <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/forschung/kategorie.pdf>. (Abrufdatum: 04.07.2020).
- Opitz, S.T., Harms, U., Neumann, K., Kowalzik, K. & Frank, A. (2015): Students' energy concepts at the transition between primary and secondary school. In: *Research in Science Education*. 45, 691-715.
- Reimer, M. & Pahl, E. M. (2016): Vorstellungen zum Thema Energie von Grundschulkindern und Lehrpersonen der Grund- sowie weiterführenden Schulen. In: U. Gebhard & M. Hammann (Hrsg.): *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*. Band 7. Innsbruck: Studienverlag, 151-171.
- Watter, H. (2015): *Regenerative Energiesysteme*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Wesselak, V., Schabbach, T., Link, T. & Fischer, J. (2013): *Regenerative Energietechnik*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011): *Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: WBGU.